

SOLAR CELL AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(3)

Patent Number: JP2002134766
Publication date: 2002-05-10
Inventor(s): ISHIDA KEN;; KAI HIDEYOSHI;; KIMOTO KEISUKE;; HASUO
Applicant(s): MITSUI HIGH TEC INC
Requested Patent: ☐ JP2002134766
Application JP20000324427 20001024
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L31/04
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing a solar cell, in which the number of production steps, workability, reliability and photoelectric conversion efficiency can be improved, and to provide a solar cell.

SOLUTION: The method for producing a solar cell, using a spherical cell 10 having a second conductivity-type semiconductor layer 12 formed on the surface of a spherical substrate having a first conductivity-type semiconductor layer 11, comprises a step of laying an elastic body under a first conductive layer 13 serving as a part of a sheet-like substrate 17 and making a hole which penetrates the first conductive layer 13 but not penetrating the elastic body, a step of mounting the spherical cell 10 in the hole and pressing it to form a recess in the substrate, a step for stripping the elastic body, a step of exposing the first conductive semiconductor layer 11 of the spherical cell 10 on the rear side of the light-receiving face of the first conductive layer 13, a step for forming the insulation layer 14 of the substrate on the rear side, except the exposed part, and a step of forming the second conductive layer 15 of the substrate under the insulation layer 14, such that it is not short-circuited electrically with the first conductive layer 13 but is connected electrically with the exposed first conductivity-type semiconductor layer 11.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-134766

(P2002-134766A)

(43)公開日 平成14年 5月10日 (2002.5.10)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 L 31/04

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

テーマコード(参考)

A 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-324427(P2000-324427)

(22)出願日 平成12年10月24日(2000. 10. 24)

(71)出願人 000144038

株式会社三井ハイテック

福岡県北九州市八幡西区小嶺2丁目10-1

(72)発明者 石田 研

福岡県北九州市八幡西区小嶺2丁目10番1

号 株式会社三井ハイテック内

(72)発明者 甲斐 秀芳

福岡県北九州市八幡西区小嶺2丁目10番1

号 株式会社三井ハイテック内

(74)代理人 100099195

弁理士 宮越 典明

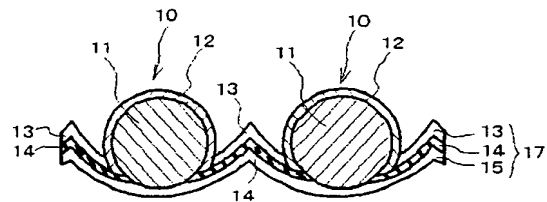
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 太陽電池の製造方法および太陽電池

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 製造工程数、作業性、信頼性、光電変換効率を改良できる太陽電池の製造方法および太陽電池を提供する。

【解決手段】 第1導電型半導体層11を有する球体基板表面に、第2導電型半導体層12を形成した球体セル10を用いた太陽電池の製造方法において、シート状の基板17の一部となる第1導電層13の下部に弾性体を敷き、第1導電層13を貫通し、弾性体は貫通しないように穴を形成する工程と、穴に球体セル10を載置し、加圧して基板の凹部を形成する工程と、弾性体を剥がす工程と、第1導電層13の受光面の裏側の球体セル10の第1導電型半導体層11を露出させる工程と、露出箇所を除く裏側に、基板の絶縁層14を形成する工程と、第1導電層13と電氣的に短絡しないように、かつ、露出させた第1導電型半導体層11と電氣的に接続させるように、絶縁層14の下部に基板の第2導電層15を形成する工程と、を含むことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1導電型半導体層を有する球体基板表面に、第2導電型半導体層を形成してなる球体セルを用いた太陽電池の製造方法において、シート状の基板の一部となる第1導電層の下部に弾性体を敷き、該第1導電層および弾性体に対し、前記第1導電層を貫通するが、前記弾性体は貫通しないように穴を形成する工程と、前記穴に前記球体セルを載置し、加圧して基板の凹部を形成する工程と、前記第1導電層から、前記弾性体を剥がす工程と、前記第1導電層の受光面の裏側の前記球体セルの第1導電型半導体層を露出させる工程と、露出させた前記第1導電型半導体層の箇所を除く、前記第1導電層および前記球体セルの受光面の裏側に、前記基板の絶縁層を形成する工程と、前記第1導電層と電氣的に短絡しないように、かつ、前記露出させた第1導電型半導体層と電氣的に接続させるように、前記絶縁層の下部に前記基板の第2導電層を形成する工程と、を含むことを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の太陽電池の製造方法において、前記穴を前記球体セルの直径の1/3～2/3程度の大きさに形成することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項3】 請求項1または2に記載の太陽電池の製造方法において、前記第1導電層の受光面の裏側の前記球体セルの第1導電型半導体層を露出させる工程は、前記凹部周囲の前記第1導電層の先端部分の裏面側と、前記凹部突出した球体セルの周縁部分とを導電性部材を用いてシーリングし、前記第1導電層の受光面側をマスクングして、突出した前記球体セルの第2導電型半導体層をエッチングすることを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項4】 第1導電層、絶縁層、第2導電層の三層構造からなるシート状の基板上に、内部が第1導電型半導体層、表面が第2導電型半導体層からなる球体セルを具備し、前記球体セルの第1導電型半導体層と前記基板の第2導電層とが電氣的に接続され、前記球体セルの第2導電型半導体層と前記基板の第1導電層とが電氣的に接続され、前記球体セルの周囲の前記基板が、前記球体セルの形状に沿って窪み、前記第1導電層に反射した光を前記球体セルに対して、集光するのに適した形状の凹部を有することを特徴とする太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、太陽電池の製造方

法および太陽電池に係り、特に球体セルを用いた太陽電池の製造方法および太陽電池に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体のpn接合部分には内部電界が生じており、これに光を当て、電子正孔対を生成させると、生成した電子と正孔は内部電界により分離されて、電子はn側に、正孔はp側に集められ、外部に負荷を接続するとp側からn側に向けて電流が流れる。この効果を利用し、光エネルギーを電気エネルギーに変換する素子として太陽電池の実用化が進められている。

【0003】近年、単結晶、多結晶シリコンなどの直径1mm以下の球状の半導体（Ball Semiconductor）上に回路パターンを形成して半導体素子を製造する技術が開発されている。

【0004】その1つとして、アルミ箔を用いて多数個の半導体粒子を接続したソーラーアレーの製造方法が提案されている（特開平6-13633号）。この方法では、図6に示すように、n型表皮部とp型内部を有する半導体粒子207をアルミ箔の開口にアルミ箔201の両側から突出するように配置し、片側の表皮部209を除去し、絶縁層221を形成する。次にp型内部211の一部およびその上の絶縁層221を除去し、その除去された領域217に第2アルミ箔219を結合する。その平坦な領域217が導電部としての第2アルミ箔219に対し良好なオーミック接触を提供するようにしたのである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の太陽電池（上記ソーラーアレー）では、p型内部211の電極は第2アルミ箔201、n型表皮部の電極はアルミ箔201であり、これら2枚のアルミ箔を接触させないように、上面のアルミ箔201の裏面をアルマイト処理をする工程や、ポリイミド等の絶縁性樹脂をコーティングする工程が必要になり、太陽電池の内側電極の形成、外側電極の形成、および、両電極間の絶縁層形成にかかる製造工程数が非常に多くなってしまい、作業性が良くないなどの問題点があった。また、上記2枚のアルミ箔間に間隙（ギャップ）が存在するため、半導体粒子207と太陽電池の基板となるアルミ箔との固着性が悪く、信頼性に問題が生じるなどの問題点があった。

【0006】本発明は、上記問題点を鑑みて成されたものであり、製造工程数が少なく、作業性が良く、また、信頼性が高く、さらに、光電変換の効率を大きく向上させることができる太陽電池の製造方法および太陽電池を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するため、本発明の請求項1に係る太陽電池の製造方法は、第1導電型半導体層を有する球体基板表面に、第2導電型

半導体層を形成してなる球体セルを用いた太陽電池の製造方法において、シート状の基板の一部となる第1導電層の下部に弾性体を敷き、該第1導電層および弾性体に対し、前記第1導電層を貫通するが、前記弾性体は貫通しないように穴を形成する工程と、前記穴に前記球体セルを載置し、加圧して基板の凹部を形成する工程と、前記第1導電層から、前記弾性体を剥がす工程と、前記第1導電層の受光面の裏側の前記球体セルの第1導電型半導体層を露出させる工程と、露出させた前記第1導電型半導体層の箇所を除く、前記第1導電層および前記球体セルの受光面の裏側に、前記基板の絶縁層を形成する工程と、前記第1導電層と電氣的に短絡しないように、かつ、前記露出させた第1導電型半導体層と電氣的に接続させるように、前記絶縁層の下部に前記基板の第2導電層を形成する工程と、を含むことを特徴とする。かかる方法によれば、光を反射する鏡面である基板が、球体セルの形状に沿った形状に変形して凹部が形成されるので、この凹部が、球体セルへの効率的な集光構造となり、基板の表面からの反射光を有効に利用でき、太陽電池の光電変換の効率を大きく向上させることができる。また、球体セル内側の第1導電型半導体層と内側電極の第2導電層、および、球体セル外側の第2導電型半導体層と外側電極の第1導電層が、それぞれに直接接合されるので、接合部の低抵抗化が実現できる。

【0008】本発明の請求項2に係る太陽電池の製造方法は、前記穴を前記球体セルの直径の $1/3 \sim 2/3$ 程度の大きさに形成することを特徴とする。かかる方法によれば、この穴に球体セルを載置し、加圧して基板の凹部を形成する工程において、球体セルが基板を貫通してしまうことを防ぐことができる。

【0009】本発明の請求項3に係る太陽電池の製造方法は、前記第1導電層の受光面の裏側の前記球体セルの第1導電型半導体層を露出させる工程は、前記凹部周囲の前記第1導電層の先端部分の裏面側と、前記凹部突出した球体セルの周縁部分とを導電性部材を用いてシーリングし、前記第1導電層の受光面側をマスキングして、突出した前記球体セルの第2導電型半導体層をエッチングすることを特徴とする。かかる方法によれば、第2導電型半導体層をエッチングする際にエッチング剤が球体セルの周縁部分と第1導電層との隙間に浸入し、この隙間部分の第2導電型半導体層がエッチングされ、電氣的に短絡してしまうのを防ぎ、導電性部材により、第1導電層と第2導電型半導体層との接触部分の抵抗を低くすることができる。

【0010】本発明の請求項4に係る太陽電池は、第1導電層、絶縁層、第2導電層の三層構造からなるシート状の基板上に、内部が第1導電型半導体層、表面が第2導電型半導体層からなる球体セルを具備し、前記球体セルの第1導電型半導体層と前記基板の第2導電層とが電氣的に接続され、前記球体セルの第2導電型半導体層と

前記基板の第1導電層とが電氣的に接続され、前記球体セルの周囲の前記基板が、前記球体セルの形状に沿って窪み、前記第1導電層に反射した光を前記球体セルに対して、集光するのに適した形状の凹部を有することを特徴とする。かかる構成によれば、光を反射する鏡面である基板が、球体セルの形状に沿った形状に変形して凹部が形成されているので、基板の表面からの反射光を有効に利用でき、太陽電池の光電変換の効率を大きく向上させることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る太陽電池および太陽電池の製造方法について一実施の形態を挙げ、図面を参照して詳細に説明する。

【0012】本発明の実施形態に係る太陽電池は、図1に要部斜視図を示すように、第1導電層（金属シート）13、絶縁層14、第2導電層15の三層構造からなるシート状の基板17上に、内部がp型（第1導電型）半導体層11、表面がn型（第2導電型）半導体層12からなる球体セル10を具備している。

【0013】この球体セル10のp型半導体層11と、第1導電層（金属シート）13とが電氣的に接続されており、また、球体セル10のn型半導体層12と、第2導電層15とが電氣的に接続されている。さらに、球体セル10の周囲の基板17が、球体セル10の形状に沿って窪み、太陽電池の受光面となる第1導電層（金属シート）13に反射した光を球体セル10に対して集光するのに適した形状の凹部16を有しているものである。

【0014】なお、図示しないが、第1導電層（金属シート）13と（第1の）外部配線とが半田付けにより電氣的に接続され、かつ、第2導電層15と（第2の）外部配線とが半田付けにより電氣的に接続されることにより、太陽電池の外部電極端子（プラス電極端子、マイナス電極端子）への配線が容易となる。

【0015】さらに詳しく太陽電池の断面構造を説明する。図1のA-A線の断面を図2に示す。この図2に示すように、内部のp型半導体層11とpn接合を形成するn型半導体層12を有する球体セル10が、金属シート13、絶縁層14、第2導電層15の三層構造からなるシート状の基板17に圧着され、n型半導体層12と基板17を構成する第1導電層（金属シート）13とが電氣的に接続されている。これにより、この第1導電層（金属シート）13は、太陽電池の外側電極となっている。また、第2導電層15はp型半導体層11と電氣的に接続され、太陽電池の内側電極となっている。

【0016】次に、本発明の実施形態に係る太陽電池の具体的な製造方法の一例を以下、説明する。まず、本実施の形態で用いる球体セル10の形成方法の一例について説明する。直径1mmのp型多結晶シリコン粒を真空中で加熱しつつ落下させ、結晶性の良好なp型多結晶シリコン球（p型半導体層）11を形成し、この表面に、

フォスフィンを含むシランなどの混合ガスを用いたCVD法により、n型多結晶シリコン層（n型半導体層）12を形成する。ここでCVD工程は細いチューブ内でシリコン球を搬送しながら、所望の反応温度に加熱されたガスを供給排出することにより、薄膜形成を行うものである。

【0017】なお、この工程は、p型多結晶シリコン粒を真空中で加熱しつつ落下させながら球状化し、p型多結晶シリコン球（p型半導体層）11を形成するとともに、落下途上で所望のガスと接触させることにより、n型多結晶シリコン層（n型半導体層）12を形成する様にすることも可能である。

【0018】次に、上述の球体セル10を用いた太陽電池の製造方法を図3～図5を用いて説明する。図3は本発明の実施の形態に係る太陽電池を製造する際の基板となる第1導電層（金属シート）と弾性体の要部斜視図である。図4は本発明の実施の形態に係る太陽電池の製造方法を説明する工程（a）～（c）の概略断面図であり、図5は工程（d）～（g）の概略断面図である。

【0019】まず、図3の（a）に要部斜視図を、図4の（a）にそのA-A線部分の断面を示すように、本実施の形態に係る太陽電池の基板となる第1導電層（金属シート）13（例えば、アルミシート）の下部に弾性体18（例えば、エラストマ）を敷く。

【0020】次に、図3の（b）に要部斜視図を、図4の（b）にそのA-A線部分の断面を示すように、この第1導電層（金属シート）13および弾性体18に対し、パンチ等を用いて、球体セル10を配置させる位置に球体セル10の直径の1/3～2/3程度の穴19を形成する。この穴19は、第1導電層（金属シート）13を貫通するが、弾性体18は貫通しないように形成する。なおこのとき、穴19の周囲の弾性体18中にくい込むように、展延された第1導電層（金属シート）13のバリが形成される。

【0021】以下、図4および図5の概略断面図で各工程を説明する。次に、図4の（c）に示すように、第1導電層（金属シート）13及び弾性体18に形成された穴19に、球体セル10を載置し、約150℃に加熱し、プレス装置等を用いて約1時間上部より加圧する。この加圧処理を施すことにより、第1導電層（金属シート）13の展延性によって、球体セル10は第1導電層（金属シート）13に密着固定される。その際に、弾性体18の適度の弾力性により、球体セル10が第1導電層（金属シート）13を貫通してしまうことを防ぐことができるとともに、展延した第1導電層（金属シート）13と球体セル10を密着させることができる。また、このとき球体セル10周囲の部分の第1導電層（金属シート）13が球体セル10の形状に沿ってさらに窪んで、第1導電層（金属シート）13に反射した光を球体セル10に対し集光するのに適した形状の凹部16とな

る。

【0022】次に、図5の（d）に示すように、球体セル10が埋め込まれた第1導電層（金属シート）13から、弾性体18を剥がす。この剥がす方法としては、例えば、まず機械的な方法等で剥がし取り、さらに粘着した残滓を有機溶剤等を用いて除去する方法を用いる。この後に、焼結（シンタリング）処理を施しても良い。この焼結（シンタリング）処理の加熱温度は300℃～600℃、加圧時間は30分～1時間、無酸素雰囲気中にて行うことが好ましい。

【0023】そして、図5の（d）に示した凹部16周囲の第1導電層（金属シート）13の先端部分の裏面側と、凹部16から突出した球体セル10の周縁部分とを導電性部材（導電ペースト等）を用いて、次工程でのエッチング剤が漏れないようにシーリングする。

【0024】次に、第1導電層（金属シート）13の受光面側をマスキングして、エッチング剤を用いて突出した球体セル10のn型半導体層12をエッチングして、内部のp型半導体層11を露出させ、図5の（e）に示す状態となる。

【0025】次に、上記のように露出させたp型半導体層11の箇所を除く、第1導電層（金属シート）13および球体セル10の下部に、例えば、エポキシ樹脂等の絶縁材を塗布することにより絶縁層14を形成し、図5の（f）に示す状態となる。

【0026】次に、まず前処理として希フッ酸等を用いて酸化膜除去を行い、その後、第1導電層（金属シート）13と電氣的に短絡しないように、かつ、露出させたp型半導体層11と電氣的に短絡しないように、絶縁層14の下部に、第2導電層15を設け、図5の（g）に示す状態となる。具体的には、半田濡れ性の良好なAl、Cu、Ni、Sn、Ag、Au、Pt等の金属膜をスパッタ法などによって成膜するか、あるいは、金属シートを貼り付けることにより、第2導電層15を設けることができる。なお、前記Ag、Au、Pt等の貴金属は低抵抗であるため、太陽電池の特性をよりさらに良くすることができる。また、Al（アルミニウム）を用いた場合には、加熱処理またはシンタリング（焼結）を施すことにより、p型半導体層11と第2導電層（アルミニウム）15の間に、p+拡散層領域が形成される。このp+拡散層領域は、p型半導体層11内に光発生した電子が第2導電層（アルミニウム）15側に流れるのを防ぐ障壁（内部電界）となり、背面電界（BSF：Back Surface Field）効果が生じるため、電子がn型半導体層12に移動することにより、太陽電池の起電力を高くできる。

【0027】なお、この背面電界（BSF：Back Surface Field）効果とは、半導体層と金属電極との接触面（背面）での再結合を防止するために、光発生した少数キャリアが金属との接触面に流れないような障壁（内部電界）を形成したnp+構造の背面電界型素子におい

て、 $p+$ は p 型を作る不純物が多くなっている層で、フェルミレベルは p 層よりも価電子帯に近い位置にあるので、 p と $p+$ 層の境界には(電位差に相当する)が生じ、 p 層で光によって発生した電子が、金属との境界方向に流れるのを妨げる効果である。

【0028】以上、詳記したようにして、本実施の形態に係る太陽電池(図1参照)が形成される。なお、図示しないが、本実施の形態に係る太陽電池は、第1導電層(金属シート)13と、(第1の)外部配線とをフッ酸、硝酸などの酸を用いて酸洗処理を行った後、半田付けにより電気的に接続し、第2導電層15と(第2の)外部配線とも半田付けにより電気的に接続するなどして、太陽電池の外部電極端子(プラス電極端子、マイナス電極端子)への配線を容易に行うことができるものである。

【0029】上述の実施の形態において、第1導電型を p 型、第2導電型を n 型として、説明を行ったが、第1導電型を n 型、第2導電型を p 型としても同様に製造できるものである。また、 p 型多結晶を球状基板とする球体セルを用いたが、 p 型単結晶または p 型アモルファスシリコンなどを用いても良い。

【0030】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明に係る太陽電池の製造方法および太陽電池によれば、光を反射する鏡面である基板の第1導電層(金属シート)が、球体セルの形状に沿った形状に変形して凹部が形成されるので、この凹部が、球体セルへの効率的な集光構造となり、基板の表面からの反射光を有効に利用でき、太陽電池の光電変換の効率を大きく向上させることができる。また、球体セル内側の p 型半導体層と内側電極の電極部材、および、球体セル外側の n 型半導体層と外側電極の電極部材が、それぞれに直接接合されるので、接合部の低抵抗化が実現できる。また、球体セル部分を除いて全*

*で薄い部材で形成可能であるため、加工性の自由度が高いシート状の太陽電池を製造できる。また、第2導電層にアルミニウムを用いた場合には、加熱処理またはシンタリング(焼結)を施すことにより、 p 型半導体層と第2導電層(アルミニウム)の間に、 $p+$ 拡散層領域が形成され、背面電界(BSF: Back Surface Field)効果が生じ、電子が n 型半導体層に移動することにより、太陽電池の起電力を高くできる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の実施形態に係る太陽電池の要部斜視図である。

【図2】本発明の実施形態に係る太陽電池を説明する断面概要図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る太陽電池を製造する際の基板となる第1導電層(金属シート)と弾性体の要部斜視図である。

【図4】本発明の実施の形態に係る太陽電池の製造方法を説明する工程(a)～(c)の概略断面図である。

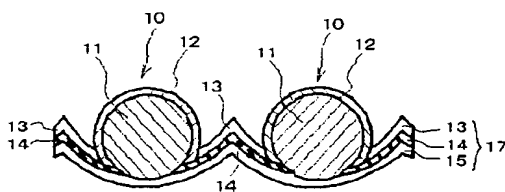
20 【図5】本発明の実施の形態に係る太陽電池の製造方法を説明する工程(d)～(g)の概略断面図である。

【図6】従来の太陽電池を説明する断面概要図である。

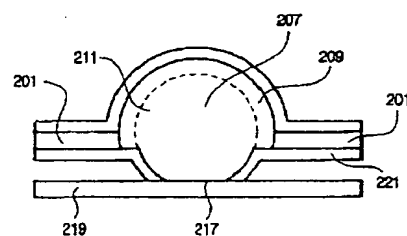
【符号の説明】

- 10 球体セル
- 11 p 型(第1導電型)半導体層
- 12 n 型(第2導電型)半導体層
- 13 第1導電層(金属シート)
- 14 絶縁層
- 15 第2導電層
- 16 凹部
- 17 基板
- 18 弾性体
- 19 穴

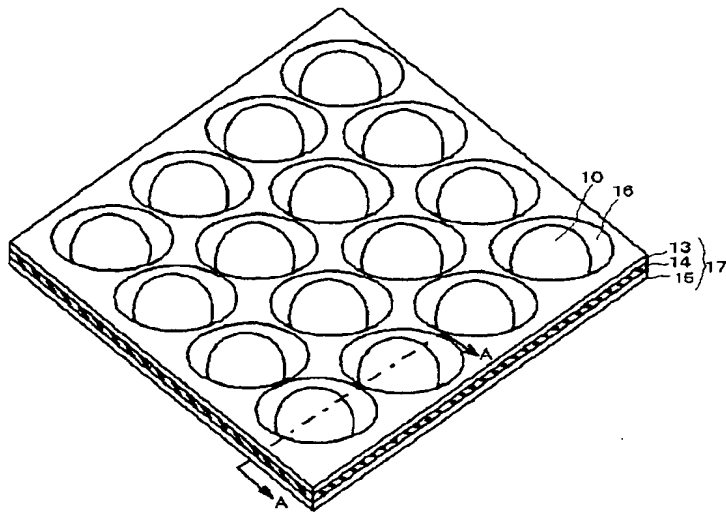
【図2】



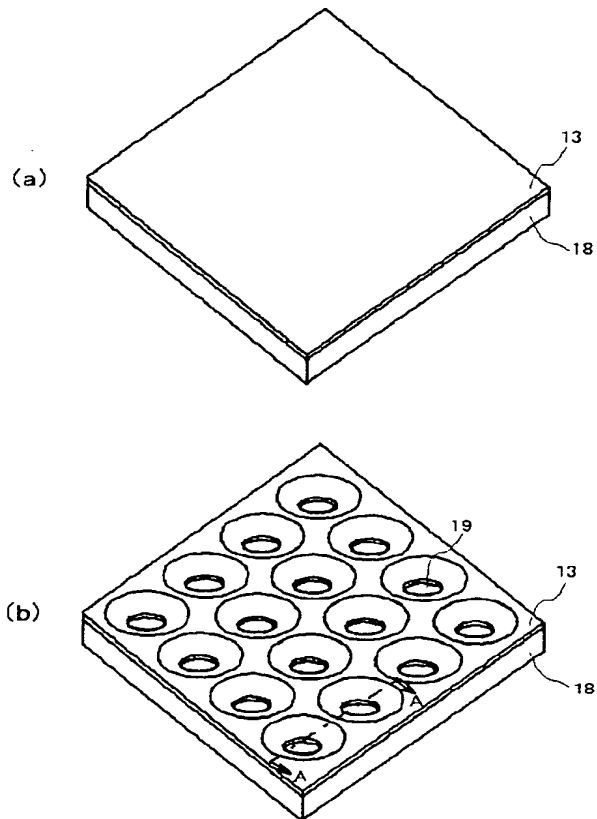
【図6】



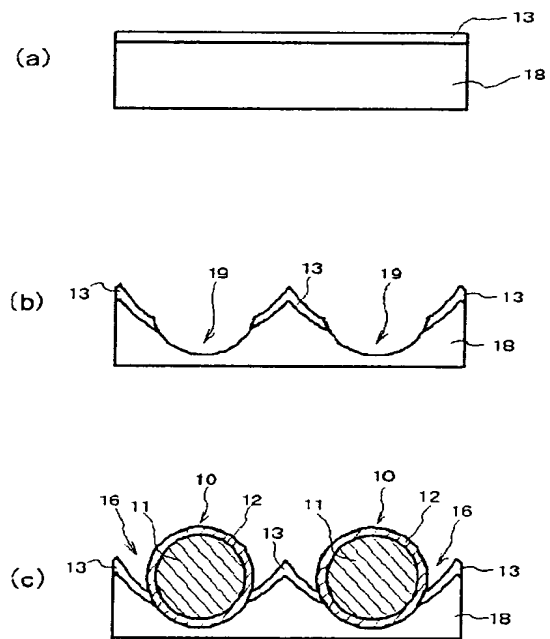
【図1】



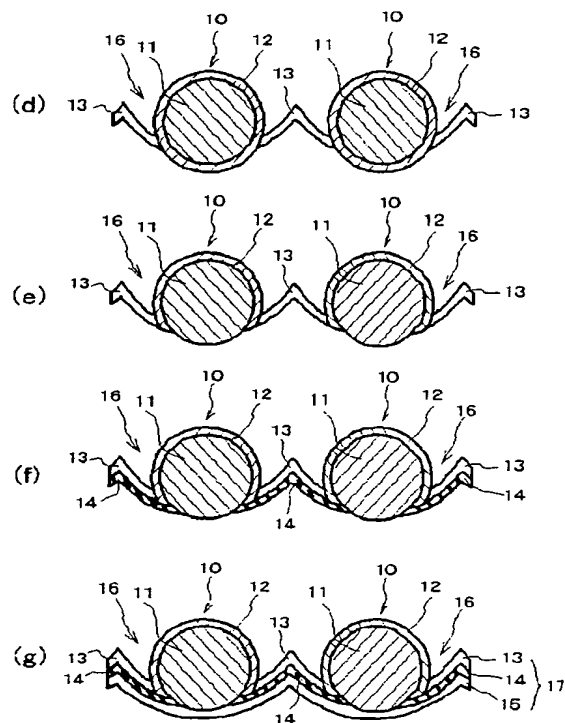
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 木本 啓介
福岡県北九州市八幡西区小嶺二丁目10番1
号 株式会社三井ハイテック内

(72)発明者 蓮尾 裕介
福岡県北九州市八幡西区小嶺二丁目10番1
号 株式会社三井ハイテック内
Fターム(参考) SF051 AA03 AA05 CB04 CB12 CB21
CB24 CB27 CB29 DA16 EA02
FA06 FA16 FA23